

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Тоқтарбаев Мейіржан Сұлтанұлы

«Жедел кардиологиялық көмек көрсетуші мобильдік робототехникалық кешен»

дипломдық жобасына
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБАСЫ

5B071600 - Аспап жасау мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

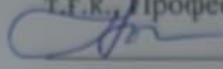
Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

«Роботтытехника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

РТЖАТҚ кафедра меңгерушісі

т.ғ.к., Профессор

 Қ.А. Ожикенов

« 21 » 05 2019 ж.

дипломдық жобаның

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБАСЫ

Тақырыбы: «Жедел кардиологиялық көмек көрсетуші мобильдік
робототехникалық кешен»

5B071600 - Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындаған

Тоқтарбаев М.С.

Сын пікір жазушы

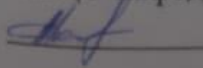
Ғылыми жетекшісі

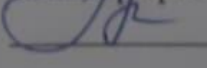
т.ғ.к.,

РТЖАТҚ кафедрасының меңгеру

МжҚФ кафедрасының доценті

т.ғ.к., профессор

 Жаменкеев Е.К.

 Ожикенов Қ.А.

« 20 » 05 2019 ж.

« 21 » 05 2019 ж.

Алматы 2019


ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев Университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты
«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы
5B071600 – Аспап жасау

БЕКІТЕМІН

РТжАТҚ кафедра меңгерушісі
техника ғылымдарының
кандидаты

 Қ.А. Ожикенов
«___» _____ 2019 ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Токтарбаев Мейіржан Сұлтанұлы
Тақырыбы: Жедел кардиологиялық көмек көрсетуші мобильдік
робототехникалық кешен.

Университет Ректорының 2018 жылғы «06» қараша №1252 -б бұйырығымен
бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы «__» _____

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: жобаның құрылымдық сұлбасы,
принципиалды сұлбалары құрастырылып, сипатталды.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

Медицинадағы робототехникалық кешендер

Қозғалыс жүйелерін жасау

Шынжыртабанды роботтың кинематикалық және динамикалық
моделі

Шынжыртабанды мобильді роботтың жолдағы кедергілерден өту
алгоритмі

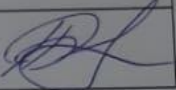
Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс) 14
слайд

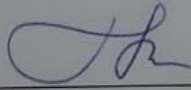
Ұсынылған негізгі әдебиеттер 25 әдебиеттер тізімі

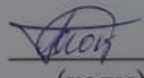
Дипломдық жұмысты(жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

| Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі | Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімдері | Ескерту |
|---|---|---------|
| Негізгі бөлім | 02.02 - 15.03.2019ж. | орынд. |
| Технологиялық бөлім | 17.03 - 05.04.2019ж. | орынд. |
| Конструкторлық бөлім | 07.04 - 09.05.2019ж. | орынд. |

Аяқталған дипломдық жұмыс (жобаға) және оған қатысты бөлімдерінің кеңесшілері мен қалып бақылаушының
ҚОЛТАҢБАЛАРЫ

| Бөлімдер атауы | Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы) | Қолтанба қойылған мерзімі | Қолы |
|-----------------|---|---------------------------|--|
| Қалып бақылаушы | Ж.С.Бигалиева, техника ғылымдары магистрі, лектор | 14.05.2019ж |  |

Ғылыми жетекшісі  Қ.А.Ожикенов
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  М.С.Тоқтарбаев
(қолы)

Күні « 21 » 05 2019 ж.

АННОТАЦИЯ

В настоящее время внедрение роботов человеческой деятельности и различных областей науки привело к активному развитию робототехники. Одним из важнейших направлений роботов является медицина.

Целью данной работы является создание мобильного роботизированного комплекса для оказания экстренной кардиологической помощи. Спроектированный гусеничный мобильный робот может использоваться в медицине. Мобильный комплекс оснащен необходимым медицинским оборудованием и медицинскими препаратами предназначен для доставки лекарств человеку, нуждающемуся в медицинской помощи, до которого трудно добраться.

АҢДАТПА

Қазіргі уақытта роботты адам қызметінің және ғылым салаларының әр түрлі салаларына енгізу робототехниканың белсенді дамуына әкеп соқты. Роботтардың маңызды салаларының бірі медицина болып табылады.

Жұмыстық мақсаты – осы жұмысымның мақсаты жедел кардиологиялық көмек көрсетуші мобильді роботты жасау. Мен өзімнің дипломдық жобамда жобаланатын шынжыртабанды мобильді роботымды медицинада қолдануды жөн көрдім. Мобильді кешен қажетті медициналық медикаменттермен жабдықталған және де адам жетуіне қиын, шалғай жерлерге медициналық көмекті қажет ететін адамға дәрі дәрмектерін жеткізуге арналған.

ABSTRACT

Currently, the introduction of robots of human activity and various fields of science has led to the active development of robotics. One of the most important areas of robots is medicine.

The purpose of this work is to create a mobile robotic complex to provide emergency cardiac care. Designed mobile robot can be used in medicine. The mobile complex is equipped with the necessary medical equipment and medicines intended for drug delivery to a person in need of medical care that is difficult to reach.

КІРІСПЕ

Роботтытехника басқа саладағыдай медицинада да қолданысын тапқан. Ол күрделі ота жасаумен қатар, қарапайым маңызды ақыл-ой мен шешімдер қабылдауды қажет етпейтін міндеттерді де атқарады. Бұл науқастарды тіркеуді, электрондық карталармен жұмыс жасауды, анықтамалық ақпаратты ұсынуды қамтиды. Робохатшылары қазірдің өзінде өте көп дамыды және олар түрлі салаларда қолданылады. Болашақта интеллектуалды роботтар медициналық мекемелердегі әкімшілік жұмыстың әсерлі бөлігіне айналады. Хатшылық ретінде жұмыс істейтін кейбір құрылғылар медицина саласына арналған. Мысалы, Panasonic Nospi дәрі-дәрмектерді, құжаттарды тасымалдау үшін қауіпсіз камерамен жабдықталған, бұл тек ID-картамен ашылуы мүмкін. Бұған қоса, құрылғы науқастар мен келушілердің сұрақтарына жауап бере алады және оларды дұрыс жерге жеткізеді.

Тақырыптың өзектілігі. Қазіргі уақытта барлық дамыған елдерде мобильді роботтық кешендерді құру бойынша қарқынды жұмыс жүргізілуде. Бұл адамға жету қиын жерлердегі технологиялық және инспекциялық операцияларды, сондай-ақ адамдардың болуына қауіпті болатын агрессивті орталарда жұмыс істеу қажеттілігіне байланысты.

Қазіргі уақытта роботты адам қызметінің және ғылым салаларының әр түрлі салаларына енгізу робототехниканың белсенді дамуына әкеп соқты. Роботтардың маңызды салаларының бірі медицина болып табылады. XX ғасырдың екінші жартысы ғылым, техника, электроника және робототехниканың барлық салаларында қарқынды даму кезеңі болды.

Медицина роботтарды және жасанды интеллектіні енгізудің басты бағытының бірі болды.

Медицинада роботтарды пайдалану адамдық факторға байланысты дәстүрлі емдеуден бірнеше артықшылыққа ие. Хирургиядағы «механикалық қолдарды» қолдану операцияларда көптеген қиындықтар мен қателерге жол бермейді, сондай-ақ ең нәзік жұмысты орындауға мүмкіндік береді. Робот медициналық көмекшілері мен оңалту роботтары емделу кезінде емделушіге көңіл бөлуге, емдеу процесін бақылауға мүмкіндік береді. Күн сайын инновациялық емдеу және жабдықтар бізді денсаулықты, қауіпсіздікті және ұзақ өмір сүруге мүмкіндік береді. Медициналық роботтардың жаһандық нарығы жыл сайын жаңа құрылғылармен толтырылады және, сөзсіз, өсіп келеді.

Нанороботтер ауыр ауруларды жеңуге және ерте кезеңде асқынуларды болдырмауға, нанотехнологияларды кеңінен енгізуге көмектеседі.

Жұмыстық мақсаты – осы жұмысымның мақсаты жедел кардиологиялық көмек көрсетуші мобильді роботты жасау.

МАЗМҰНЫ

| | | |
|-------|---|----|
| | Кіріспе | 9 |
| 1 | НЕГІЗГІ БӨЛІМ | 10 |
| 1.1 | Медицинадағы робототехникалық кешендер | 10 |
| 1.2 | Қозғалыс жүйелерін жасау | 12 |
| 1.3 | Шынжыртабанды мини-платформалар | 13 |
| 2 | ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ | 16 |
| 2.1 | Құрастырушы элементтер | 16 |
| 2.1.1 | Ultra HD 4K камерасы | 16 |
| 2.1.2 | ATMEGA328P-PU (Arduino UNO) микроконтроллері | 18 |
| 2.1.3 | HC-12 радиомодулі | 21 |
| 2.2 | Шынжыртабанды роботтың кинематикалық және динамикалық моделі | 24 |
| 2.3 | Шынжыртабанды мобильді роботтың жолдағы кедергілерден өту алгоритмі | 26 |
| | Қортынды | 28 |
| | Пайдаланған әдебиеттер тізімі | 29 |
| | ҚОСЫМША А | |
| | ҚОСЫМША Б | |
| | ҚОСЫМША В | |
| | ҚОСЫМША Г | |
| | ҚОСЫМША Д | |

КІРІСПЕ

Роботтытехника басқа саладағыдай медицинада да қолданысын тапқан. Ол күрделі ота жасаумен қатар, қарапайым маңызды ақыл-ой мен шешімдер қабылдауды қажет етпейтін міндеттерді де атқарады. Бұл науқастарды тіркеуді, электрондық карталармен жұмыс жасауды, анықтамалық ақпаратты ұсынуды қамтиды. Робохатшылары қазірдің өзінде өте көп дамыды және олар түрлі салаларда қолданылады. Болашақта интеллектуалды роботтар медициналық мекемелердегі әкімшілік жұмыстың әсерлі бөлігіне айналады. Хатшылық ретінде жұмыс істейтін кейбір құрылғылар медицина саласына арналған. Мысалы, Panasonic Nospi дәрі-дәрмектерді, құжаттарды тасымалдау үшін қауіпсіз камерамен жабдықталған, бұл тек ID-картамен ашылуы мүмкін. Бұған қоса, құрылғы науқастар мен келушілердің сұрақтарына жауап бере алады және оларды дұрыс жерге жеткізеді.

Тақырыптың өзектілігі. Қазіргі уақытта барлық дамыған елдерде мобильді роботтық кешендерді құру бойынша қарқынды жұмыс жүргізілуде. Бұл адамға жету қиын жерлердегі технологиялық және инспекциялық операцияларды, сондай-ақ адамдардың болуына қауіпті болатын агрессивті орталарда жұмыс істеу қажеттілігіне байланысты.

Қазіргі уақытта роботты адам қызметінің және ғылым салаларының әр түрлі салаларына енгізу робототехниканың белсенді дамуына әкеп соқты. Роботтардың маңызды салаларының бірі медицина болып табылады. XX ғасырдың екінші жартысы ғылым, техника, электроника және робототехниканың барлық салаларында қарқынды даму кезеңі болды.

Медицина роботтарды және жасанды интеллектіні енгізудің басты бағытының бірі болды.

Медицинада роботтарды пайдалану адамдық факторға байланысты дәстүрлі емдеуден бірнеше артықшылыққа ие. Хирургиядағы «механикалық қолдарды» қолдану операцияларда көптеген қиындықтар мен қателерге жол бермейді, сондай-ақ ең нәзік жұмысты орындауға мүмкіндік береді. Робот медициналық көмекшілері мен оңалту роботтары емделу кезінде емделушіге көңіл бөлуге, емдеу процесін бақылауға мүмкіндік береді. Күн сайын инновациялық емдеу және жабдықтар бізді денсаулықты, қауіпсіздікті және ұзақ өмір сүруге мүмкіндік береді. Медициналық роботтардың жаһандық нарығы жыл сайын жаңа құрылғылармен толтырылады және, сөзсіз, өсіп келеді. Нанороботтер ауыр ауруларды жеңуге және ерте кезеңде асқынуларды болдырмауға, нанотехнологияларды кеңінен енгізуге көмектеседі.

Жұмыстық мақсаты – осы жұмысымның мақсаты жедел кардиологиялық көмек көрсетуші мобильді роботты жасау.

1 НЕГІЗГІ БӨЛІМ

1.1 Медицинадағы робототехникалық кешендер

Мобильді робототехникалық жүйелер (РТЖ) қызмет етудің әртүрлі салаларында, мысалы, адам өміріне қауіпті аймақта жұмыс істеудегі қауіпсіздік шараларын орындау үшін, қолмен жұмыс күшінің өнімділігімен салыстырғанда әртүрлі технологиялық операциялардың өнімділігін арттыру сияқты қызметтерге қолданылады.

Мобильді робототехникалық жүйелерді құру кезінде болашақта қолданылатын экологиялық жағдайдың ерекшеліктерін ескермеу мүмкін емес. Робототехникалық кешендердің барлық ерекшеліктерін ескере отырып, блок-модульдік құрылыс принципін қолданып, ұсақ роботтық платформаға қолдау құрылымын жасау қажет болады. Бұл жұмыс жағдайын жедел өзгерту және бастапқы тапсырмалардың өзгеруі кезінде роботты жұмыс жағдайына жылдам бейімдеу үшін технологиялық жабдықтарды, компоненттер мен механизмдерді тез және уақытылы жөндеуге мүмкіндік береді.

Көптеген роботтық кешендердің қозғалу жүйесінің қозғалуы заманауи технологиялық мүмкіндіктерге қайшы келеді. Мәселелерді анықтау және маңызды шешімдерді анықтау үшін негізгі роботтандырылған платформаларды талдау қажет.

Мобильді робототехникалық жүйелерді жобалаудағы автоматтандырудың басты проблемасы - сыртқы жұмыс істеу ортасындағы өзгерістерге роботтың бейімделу міндеті. Мобильді роботтық жүйелер экологиялық ақпарат болмаған кезде қолданылады.

Бұл ақпарат робототехникалық кешендер статикалық жағдайында болған кезде, сондай-ақ роботты қозғалтқанда, оған роботқа тікелей тапсырылған тапсырмаларды тікелей адамның қатысуынсыз орындау үшін қиындық тудыратындығын ескеру маңызды.

Кішкентай салмақты робототехникалық жүйелер негізінен доңғалақты немесе шынжыртабанды қозғалыс түрінде қолданылады. Роботтардың мұндай класы әртүрлі беттерден өтуде жақсы нәтиже көрсеткеніне қарамастан, осы роботтық кешендер үшін шешілмейтін бірқатар міндеттер бар. Робототехникалық жүйелердің инновациялық моделін құру міндеті бүгінгі күні өзекті болып табылады. Бұл мәселені шешу үшін қозғалтқыш қондырғыларының стандартты емес түрлерін, олардың дизайнын өзгертуді және масса-өлшемді параметрлерін өзгерту қажет. Мұның бәрі ластану мен бейімділік маневрінің тиімділігін арттыру үшін басымдықтарды шешуге байланысты.

Мұндай роботтардың принципі келесідей: робот кез келген бағытқа басқару құрылғысы анықтаған қажетті орынға қойып, оның орналасуын өзгерту үшін денені алға жылжыту арқылы анықтайтын құрылғы арқылы анықтайтын жердің айналасында қозғалады.

«Робот-манипулятордың» бір мысалы - Жаңа Зеландиялық робототерапевт. Оператордың бұйрығына сәйкес ол науқастың қысымын және температурасын өлшей алады, өкпені жеңілдетуді тыңдайды және басқа да бірқатар операцияларды орындай алады. Бұл фантастикалық мүмкіндіктер Кореяның технологиясын және Оклендте арнайы ашық лабораториядағы әзірлемелердің арқасында құрастырылып жасалынды. Жобаға инвестициялар Жаңа Зеландия тарапынан 1,8 миллион доллар, корей жағынан 3,7 миллион долларды құрады.



Сурет 1.1 – Манипулятор-терапевт Новозеланд роботы

Америка Құрама Штаттарда Балтимор клиникасының пациенттері осындай экспериментке де қатысты. Клиниканың нейрохирургия бөлімінде дәрігер болмаған кезде, қарапайым кезекші дәрігер ретінде, «РП-7» электрондық кибер-дәрігері барады. «Доктор Робот», ол клиникада айтылғандай, пациенттерді тексереді, проблемалар туралы сұрайды, тіпті медбикелерге кеңес береді. Бұл робот манипуляторы камерамен, экранды және микрофонмен жабдықталған және емдеуші дәрігерге пациенттердің жағдайын тексеруге және әлемнің кез-келген жерінен байланысуға мүмкіндік береді. РП-7 бақылаған науқастарда операциядан кейінгі оңалту кезеңі айтарлықтай төмендеді.



Сурет 1.2 – Робот «Бари» (проект “RP-7”) дәрігері

Робот манипуляторларының пайда болуының арқасында 21 ғасырда онкологиялық аурулардың радиациялық терапиясы арқылы жана даму серпіні алынды. Иондаушы сәулелену пучкасының орналасуының жоғары дәлдігі және қозғалатын мақсатты бақылау қабілеті ісік миы, жүрегі немесе өкпе сияқты сәулелендірілген ағзада шешуші болады. Радиохирург робот «Cyberknife» автоматты режимде мұндай рәсімдерді жүргізуге мүмкіндік береді. Енгізілген синхрондау жүйесі пациенттің және оның мүшелерінің науқастың терісіндегі қозғалысын бақылайды және кішкентай сызықты үдеткіш бөлшектердің нақты сәулелі бөлшектері пациенттің маңызды қоныс аударуымен сау тінге әсер етпей, рак клеткаларын бұзады. Әлемдегі ауруханаларда жұмыс істейтін 150-ге жуық робот (оның ішінде АҚШ-та 100-ге жуық), сондай-ақ ондаған түрлі роботтар - RoboCouch және Gamma Knife роботтары бар.

1.2 Қозғалыс жүйелерін жасау

Қозғалыс жүйелерін жасаудағы қолданыстағы үрдістерге негізделген басты ерекшелігі мобильді роботтық платформалардың мобильділігі ретінде қабылданады. Ұтқырлықтың жалпылама сипаттамасы белгілі бір жердің периметрінде А және В нүктелерінің арасындағы қашықтықты өтуге жұмсалатын уақытпен анықталады. Жолдың беті неғұрлым күрделі және номиналды қозғалыс жылдамдығы неғұрлым күрделі болса, мобилділікке әсері мобилді роботтық платформаның ашықтығы мен жол фрагменттің эталондық бетіне сәйкес келетіндігін көрсетеді.

Жыл сайын ақпаратты-басқарушы жүйесінің әртүрлі әдістерін көрсететін аппараттық-бағдарламалық қамтамасыз ету жетілдіру қарқынды түрде дамып келеді.

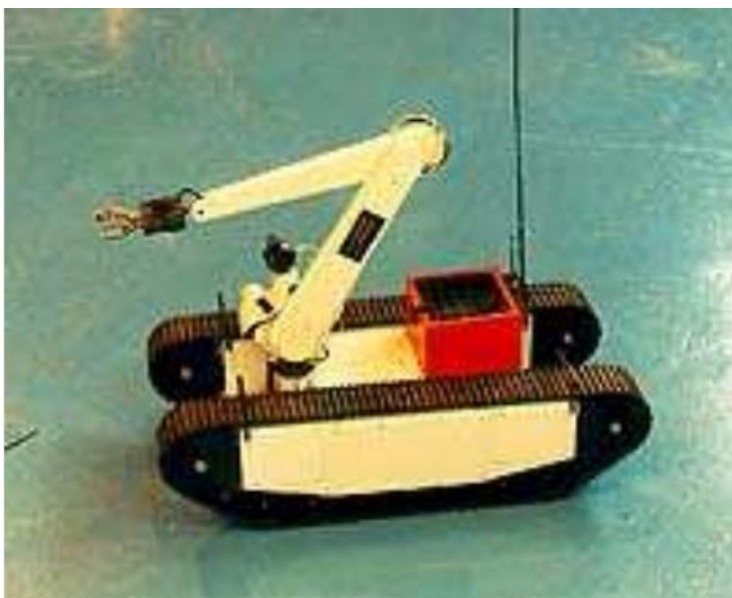
Жердегі жылжымалы роботтарды құру кезінде, сондай-ақ жалпы мақсаттағы автомобильдерде доңғалақты және қадағалаушы қозғалыс құрылғылары пайдаланылды. Мүмкіндікті қамтамасыз ету үшін құрылғылар әр түрлі белсенді немесе пассивті бейімдеу механизмдерімен қосымша жабдықталған. Бұл машина өнімділік профилін едәуір арттыруға және оған бірқатар қосымша функциялар беруге мүмкіндік береді.

1.3 Шынжыртабанды мини-платформалар

Бүгінгі таңда шынжыртабанды мини-платформалардың қолданысы әскери салада, өндіріс салаларында, құрылыс жұмыстарының барлық бағыттарында көмекші болып табылады. Өйткені, жұмыс монотонды және қиын жерлерде жүргізілуі керек болған кезде, содан кейін әдеттегі дөңгелекті жабдық дұрыс жерге бару қиынға түсіп қана қоймай, негізгі құрал-саймандардың дұрыс жұмыс істеуіне кедергі келтіре алады, бұл уақыттың бос уақытын ысыраптауға және соның салдарынан шығындарға әкеледі.

Шынжыртабанды мини-платформалар кез-келген жабдықтарды тасымалдай алады. Шынжыртабанды платформалардың өздері 2 типке бөлінеді: құрылыс және вездеходты. Бірінші типті құрылыс алаңдарында және жабдықталған жерлерде қозғалысқа жарамды. Олар қолданыстағы ландшафтты мүлдем бұзбайтын кез келген жерге бара алады. Бұл таза қозғалыс геометриясымен қамтамасыз етіледі. Вездеход платформалар абсолютті маневрлік сипатқа ие және қозғалыстың қатал жағдайлары үшін әзірленген: таулы жер, жолдан тыс, жоғары түсіру және көтеру. Жабдықтарды қажетті жерлерге жеткізіп қана қоймай, күрделі жағдайларда қиындықсыз жұмыс істей алатындықтан, мұндай жабдық суды және қарлы жерлерде жұмыс жасағанда қажет.

Қазірдің өзінде белгілі бір танымалдылыққа шынжыртабанда мини-платформалар танымалдылыққа ие. Бұның негізгі артықшылықтары, бұл техниканы тасымалдауға ыңғайлы көп орын алмайды, ол тасымалдауды жеңілдетеді, қиын жерлерде шағын жерде жұмыс істей алады және қаланың дамуының ауыр жағдайында маңызды көрсеткіштердің бірі болып табылатын жоғары маневрлік сипатқа ие.



Сурет 1.3 – Ресейлік МПР атты шынжыртабанды роботы

Ресейлік робот «МПР» төтенше техникалық орталықтарды жабдықтауға арналған. Шағын көлемді мобильді робот үй-жайларды және жабдықты визуалды тексеруді жүргізу, жарылғыш, радиоактивті және басқа объектілерді іздестіру, оларды алып тастау және тасымалдау мақсатында АЭС-ларды, көлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету қызметтерін атқарады. Бұл робот Робототехника және Техникалық Кибернетика Орталық ғылыми-зерттеу институтымен шығарылады. Құрылғы жолдағы мобильді платформадан және оған орнатылған оптикалық модульдік манипулятордан тұрады. Платформада сондай-ақ қашықтан басқару құралы және теледидар мен бақылау-диагностикалық жабдықтардың жиынтығы бар. Роботты басқару радио немесе кабель арқылы жүзеге асырылады.

Мысалы, CrossGeo компаниясы параметрлеріңізге сәйкес техниканы өндірумен айналысады: қажетті мөлшерді, сыйымдылықты және басқа да техникалық сипаттамаларды көрсету арқылы және қажеттілікке байланысты кез-келген көлемді шынжырлы роботты жасап береді. Барлық шынжыртабанды мини-платформалар сынақ кешендерінен өтті және өздерін қатал жағдайларда және салалық іс-шараларда жұмыс істеп, сарапшылардың жоғары бағаларын алу кезінде ұсынды. Өндірісті оңтайландыру арқасында тапсырыс ең төменгі баға бойынша орындалады, сапасы мен ұзақ мерзімділігі үнемі жоғары деңгейде болады. Трассаларда мини-платформалардың барлық артықшылықтарын жеке бағалау үшін мобильді шынжыртабанды кешенді сынауға болады.

Шынжыртабанды роботы AVATAR II Micro сканер ретінде пайдалануға арналған. Ол үшін бейне камералар жиынтығынан, 22 термиялық бейнематериал, инфрақызыл шамы, микрофондармен жабдықталған және жарылғыш затпен тапаншасы, жарылғыш заттарды, тапаншаны немесе қару-жарақ мылтығымен жеңіл қару-жарақпен жабдықтауға болады.



Сурет 1.4 –AVATAR II Micro шынжыртабанды роботы

Шынжыртабанды қозғалтқыштарының артықшылықтары

Белгілі болғандай, шынжыр табанды қозғалтқыш қондырғысының артықшылығында машинаның «жоғарғы жағына» жылжуына мүмкіндік беретін нақты төменгі қысым бар. Кемшіліктері де бар. Олардың ішінде жоғары құны (Екінші дүниежүзілік соғыстан жасалған танктер, оған ауыр қару-жарақ салынған доңғалақты көлік құралдары), олардың арасындағы жолдар мен тістерінің тозуы, отынды тұтыну және бортқа үлкен қорлар салу қажеттілігі. Жолдарды немесе тасты топырақты жақсарту кезінде мүмкін еместігі немесе шектеулері.

Шынжыртабанды мобильді робот кешенінің көптеген артықшылықтары бар. Жоғарыда айтылғандай, қыс мезгілінді қондырғыны қолданғыңыз келсе, бұл өте қолайлы. Ол техника қалыпты түрде қардан өтіп қана қоймайды, сондай-ақ, шынжыртабан қатты жаңбырлы кезеңде, жолда жүру үшін, құмды жерде қолдану таптырмас техниканың бірі.

Сонымен айта кететін келесі артықшылықтарға ие:

- жасау және шешу оңай. Бұл үшін сізге көп уақыт пен қосымша жабдықты қажет етпейді;
- ықшам мөлшері бар, сондықтан оларды сақтауға қиындықтар болмайды;
- мұндай техниканың құны өте қолайлы;
- Жабдықты өз қолыңызбен арнайы материалдардан жасай алуға болады.

2 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

Роботтар әртүрлі салаларда қолданылады: автокөлік өндірісінде; адам факторының пайда болуын болдырмау үшін хирургиялық операцияларды орындауға роботтарды пайдалану үшін медициналық индустрияда; әскери өнеркәсіпте, жер шахталарын алып тастауға, бомбаларды залалсыздандыруға, қауіпті техногенді аймақтарды жоюға; ғарыш саласында; күнделікті өмірде тазалау үшін қолданыс тапқан.

Роботтар ерекше назар аударуды талап ететін - бұл автономды мобильді роботтар. Роботтардың бұл түрі навигация, жоспарлау, оқшаулау проблемаларын шешуге арналған.

Қазіргі уақытта күрделі траекториялар мен күрделі беттерде жылжу үшін жоғары бейімделу мүмкіндігі бар роботтық кешендерді дамытуға көп көңіл бөлінеді. Бүкіл әлемде жарылғыш құрылғыларды бөлшектеу, төтенше жағдай аймағын оқшаулау бойынша жұмыстарды жүргізу сияқты осындай мақсаттарды іске асыру үшін ұқсас құрылғылар әзірленуде. Бар құрылғылардың көпшілігі осы тапсырмаларды шеше алмайды. Бұл жұмыста гибридтік қозғалыс режимін қолданатын роботтық кешендерге көп көңіл бөлінді.

Мен өзімнің дипломдық жобамда жобаланатын мобильді роботымды медицинада қолдануды жөн көрдім. Мобильді кешен қажетті медициналық медикаменттермен жабдықталған және де адам жетуіне қиын, шалғай жерлерге медициналық көмекті қажет ететін адамға дәрі дәрмектерін жеткізуге арналған.

2.1 Құрастырушы элементтер

2.1.1 Ultra HD 4K камерасы

4K Ultra HD стандарты Халықаралық электр байланысы одағы (ITU) тарапынан мақұлданды және бекітілді және секундына 30 кадр жиілігі 3840x2160 пиксельге сәйкес келеді. Бұл формат кәсіби теледидардың қауіпсіздік жүйелеріне дәлме дәл. Ол 16:9, 16:10, 2.35:1 түрлі бейнефильм пішімдерін қабылдайды.

Бұл камераның келесі мәселесі оптика болып табылады, оның сапасы 4K камераның шығысында жоғары сапалы кескінді алу мүмкіндігін анықтайды. 4K пішімінде ажыратымдылық 8 мегапиксельді құрайды.



Сурет 2.1 – Ultra HD 4K камерасының алдыңғы бөлігі



Сурет 2.2 – Ultra HD 4K камерасының артқы бөлігі

Фото рұқсаты: 12 М/8 М/5 М/2 М Сериялы түсірілім: 3 фотосуреттен;

Кадрлік түсірілім: 2 с/3 с/5 с/10 с/20 с/30 с/60 с

Үзіліссіз түсірілім: өшіру/қосу;

Желі жиілігі: 50 Гц/60 Гц/Авто

Тіл: Ағылшын/ Қытай/ Италиян/ Испан/ Португал/ Неміс/ Голландский/

Француз/Чех/Польша/ Түрік/ Орыс/ Жапон/ Кәріс/ Тай тілдері;

Энергияны тиімді ұстау режимі: өшіру/1 мин./3 мин./5 мин.

Форматтау: иә /жоқ

Ez iCam смартфондар мен планшеттермен үйлесімді.

2.1.2 ATMEGA328P-PU (Arduino UNO) микроконтроллері

Ардуино бағдарламаланатын контроллер әртүрлі робототехникалық жобаларды жасауға, әртүрлі механика жүйелерін және бағдарламалауды үйретуге арналған.

Arduino Uno R3 контроллері - ATmega328 микроконтроллерінде жасалынған Arduino контроллер желісінің жаңа платасы.

Контроллерде 14 сандық кіріс/шығысы бар, оның ішінде 6 PWM режимін қолдайтын 6 аналогтық кірісі бар. Микропроцессордың 16 МГц жиілігі бар. Сондай-ақ, платада кірісінде USB қосқышы, қуат кірісі, ICSP қосқышы және ысыру түймесі бар. Қуатты USB немесе сыртқы қуат көзі арқылы жеткізу мүмкін.

Uno R3 платасы алдыңғы нұсқалардан FTDI USB-TTL түрлендіргішінің орнына Atmega16U2 чипін пайдаланып ерекшеленеді. Бұл микробағдарламаны тез арада ауыстыруға мүмкіндік береді және Arduino-ны кез-келген басқа USB-құрылғыға айналдырады: пернетақта, тінтуір, джойстик немесе тіпті сыртқы диск.

Arduino Uno R3 контроллерінің сипаттамасы:

Микроконтроллер: Atmega328P-PU;

Жұмыс кернеуі: 5 В;

Кіріс кернеуі (ұсынылатын): 7-12 В;

Кіріс кернеуі (шектік): 6-20 В;

Сандық кіріс/шығысы : 14 (оның 6-сы КЕМ шығысы ретінде бола алады);

Аналогты кіріс: 6;

Кіріс/шығыс арқылы өтетін тұрақты ток: 40 мА;

Шығыс үшін тұрақты ток 3.3 В: 50 мА;

Флэш-жады: 32 Кб (ATmega328) ;

ОЗУ: 2 Кб (ATmega328);

EEPROM: 1 Кб (ATmega328);

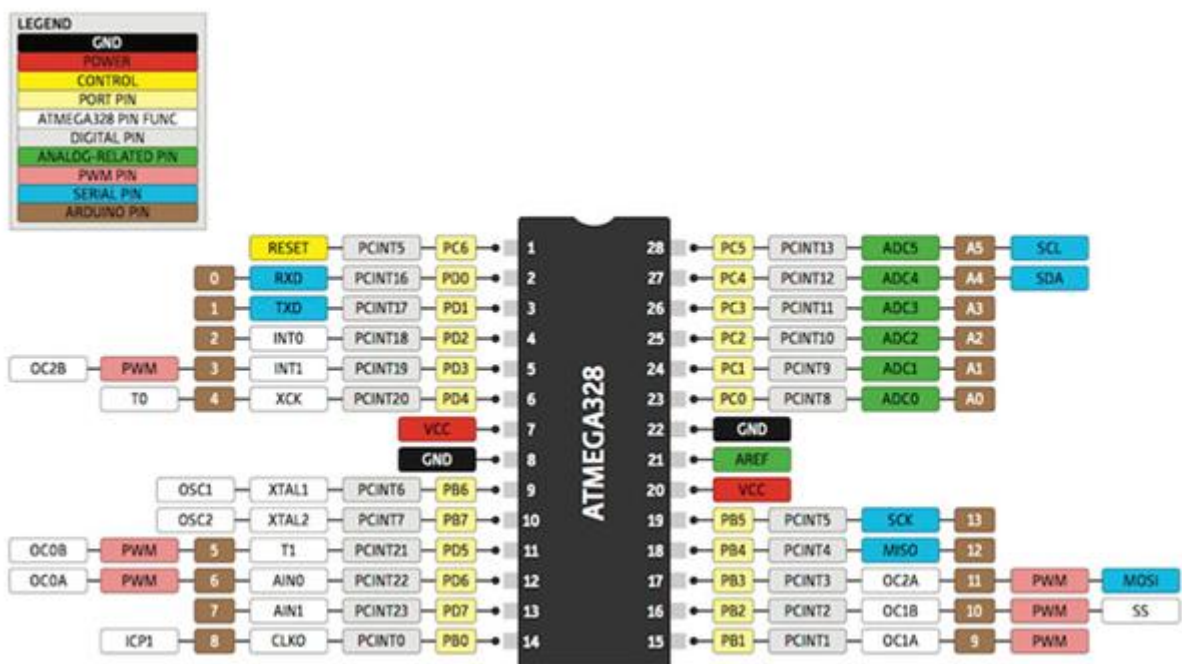
Тактілі жиілік: 16 МГц.

Платадағы төрт тесік оны бетіне бекітуге мүмкіндік береді.

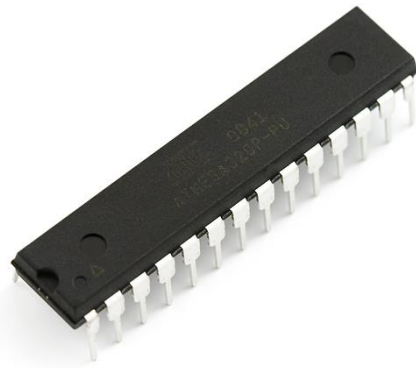
7 және 8 сандық цифрлар арасындағы қашықтық 0,4 см, ал басқа түймешіктер арасы - 0,25 см.



Сурет 2.3 – Arduino Uno R3 контроллеріні



Сурет 2.4 – ATMEGA328P-PU платасының шығыстарының тағайындалуы және сұлбасы



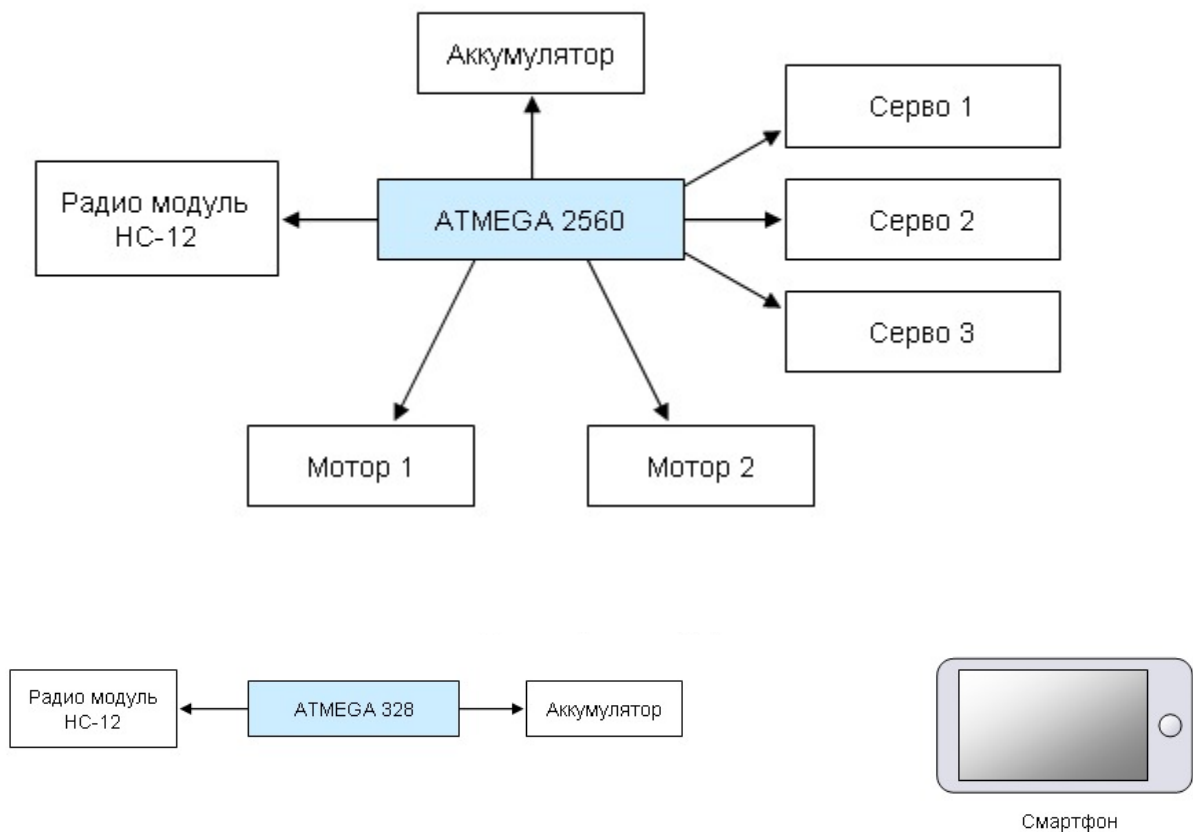
Сурет 2.5 – ATmega328p микроконтроллері

ATmega328p микроконтроллері Arduino Uno платформасында қолданылады.

Микроконтроллерде қазірдің өзінде бағдарламаларды сериялық қосылым арқылы жүктеуге мүмкіндік беретін енгізу жүктеуіші бар.

Сипаттамалары

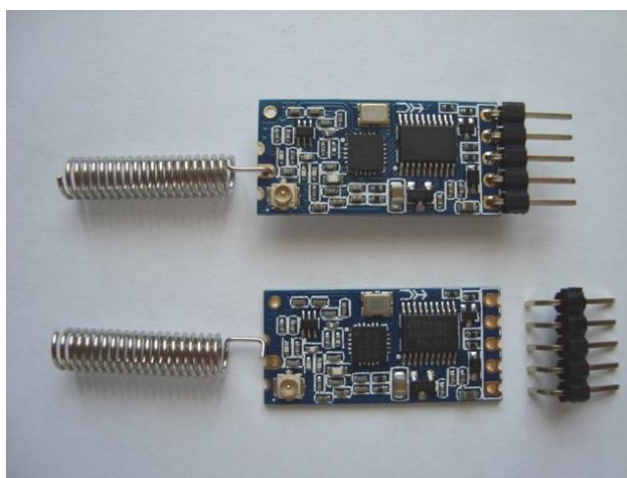
- Тактілі жиілігі: 0 – 20 МГц
- Flash-жадының көлемі: 32 кб
- SRAM-жадының көлемі: 2 кб
- EEPROM-жадының көлемі: 1 кб
- Қорек көзі кернеуі: 1,8 – 5,5 В
- Жұмыс кезіндегі тұтынатын ток: 0,2 мА (1 МГц, 1,8 В)
- Ұйқы режимінде тұтынатын ток: 0,75 мкА (1 МГц, 1,8 В)
- Таймер/санағыштар саны: 2 сегізбитті, 1 оналтыбитті
- Порттардың жалпы саны: 23
- КЕМ (ШИМ)(PWM) шығыстар саны: 6
- АСТ (АЦП) каналдарының саны (аналогты кірістер): 6
- USART аппаратының саны (Serial): 1
- SPI аппаратының саны: 1 Master/Slave
- I²C/SPI аппаратының саны: 1
- АСТ рұқсаты: 10 бит.



Сурет 2.6 – Принципиалды сұлбасы

2.1.3 HC-12 радиомодулі

HC-12 радиомодулі - 433,4-473,0 МГц диапазонындағы 100 арнасы бар, 1 км қашықтықта деректерді жіберуге қабілетті жартыдуплексті сымсыз байланыс желісі. Бұл модуль 20 дБм таратқышқа ие (100 мВт) және 5000 бит/с -117 дБм (2×10^{-15} Вт) сезгіштігі бар ресиверді қамтиды.

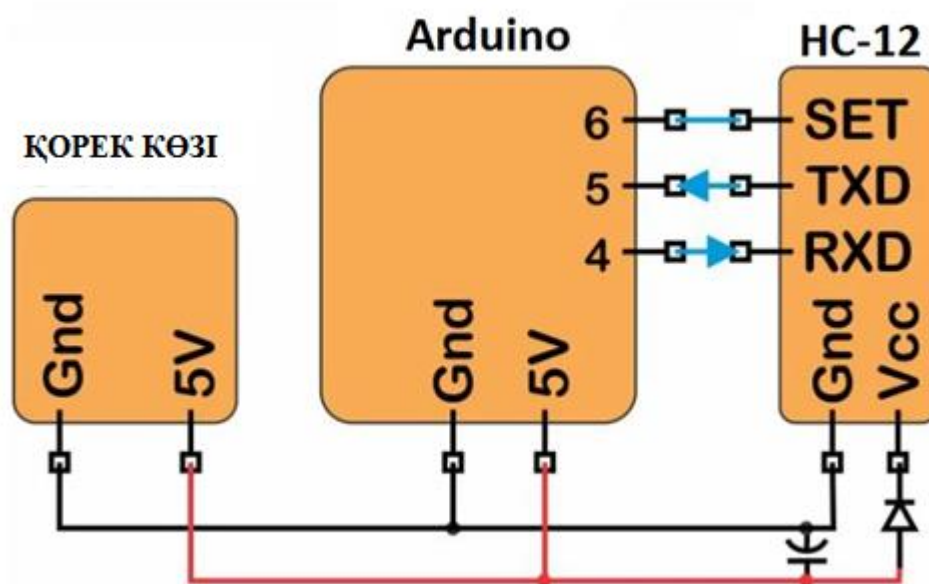


Сурет 2.7 – HC-12 радиомодулі

Бүгінгі күні HC-12 модулінің бірнеше нұсқасы бар, бірақ олар әдетте Si4463 трансиверіне және STM8S003F3 микроконтроллеріне негізделген. Бұл материал HC-12 және Arduino негізіндегі қарапайым жоба болады.

HC-12 модулінде төрт сымды UART интерфейсі бар (Vcc, Gnd, TxD, RxD), сондай-ақ модуль конфигурациясын өзгерту үшін «Command» режиміне кіру үшін пайдаланылатын бесінші шығысы болады. HC-12 арналған осы бесінші контакті «Set» деп белгіленеді және төмен логикалық деңгейде Rx деректерді қабылдау желісіне жіберілген AT пәрмендері арқылы түрлі HC-12 параметрлерін таңдауға мүмкіндік береді. HC-12 стандартты конфигурациясы 1-арнадағы FU3, FU3 толығымен автоматты және ашық (басқа құрылғылар үшін) жалғанған құрылғының беру жылдамдығына бейімделген параметр (9600 бод «Command» режимінде бағдарламалау үшін қажет). Беру жылдамдығы артуымен, қабылдағыштың күші азаяды, команда режимінде бір рет AT + DEFAULT пәрменін жіберу арқылы қалыпты күйге оралуға болады.

Бұл жоба HC-12 модульдерімен Arduino платасы қосылған екі компьютер арасында ақпараттық радиоқабылдағышты құруды қарастырады. Бағдарлама HC-12 модулі арқылы екі компьютер арасындағы хабарларды жіберуге мүмкіндік береді. Бір компьютерде басып шығарылған мәтін екінші компьютердің сериялық портының интерфейсінде көрсетіледі. Төменде Arduino платасы және HC-12 модулінің электр схемасы келтірілген.



Сурет 2.8 – Arduino платасы және HC-12 модулінің қосылу схемасы

Мұнда модульдің RxD деректерді қабылдау желісі басқарманың төртінші шығысына, TxD тарату желісі платаның бесінші шығысына және режимді орнату жолын алтыншы шығысқа қосады. Айта кету керек, HC-12 модулін электрмен жабдықтауды Arduino платасына емес, дерек көзінен бастау керек, өйткені

деректерді беру өте көп ток тұтынуы мүмкін, сондықтан Arduino платасындағы контролерге осындай жүктеме ауыр тиеді.

Arduino платасына арналған код төменде көрсетілген.

```
#include <SoftwareSerial.h>

const byte HC12RxdPin = 4;           // Линия приема данных на HC12
const byte HC12TxdPin = 5;           // Линия передачи данных на HC12

SoftwareSerial HC12(HC12TxdPin,HC12RxdPin); // Инициализация последовательного порта для HC12

void setup() {
  Serial.begin(9600);                 // Открываем последовательный порт для компьютера со с
  HC12.begin(9600);                  // Открываем последовательный порт для HC12
}

void loop() {
  if(HC12.available()){              // Если данные от HC12 получены
    Serial.write(HC12.read());        // Отправляем эти данные в компьютер
  }
  if(Serial.available()){            // Если данные от компьютера получены
    HC12.write(Serial.read());       // Отправляем эти данные в HC12
  }
}
```

Сурет 2.9 – Arduino платасына арналған коды

HC-12 модулінің сипаттамасы:

- Жұмыс жиілігі – 433,4 – 473,0 МГц;
- Сыртқы антенна ғана қолданылады, модульде РСВ антенна болмайды;
- Ақпаратты беру ұзақтығы –1000-нан - 1800 метрге дейінгі қашықтыққа дейін жұмыс режиміне байланысты;
- Тарату қуаты –100 мВт-қа дейін;
- Мәліметтерді беру каналының саны – 100;
- Төрт жұмыс режимі;
- STM8S003F3 орнатылғын контроллері бар;
- Сыртқы құралдармен байланыс интерфейсі – UART
- Тұтынатын ток –3,6 мА-ден 16 мА-ге дейін жұмыс режиміне байланысты;
- Шектік тұтынатын ток –100 мА-ге дейін;
- Күту режиміндегі тұтынатын ток – 80 мкА;
- Кернеу көзі –3,2 В-тан 5,5 В-ке дейін;

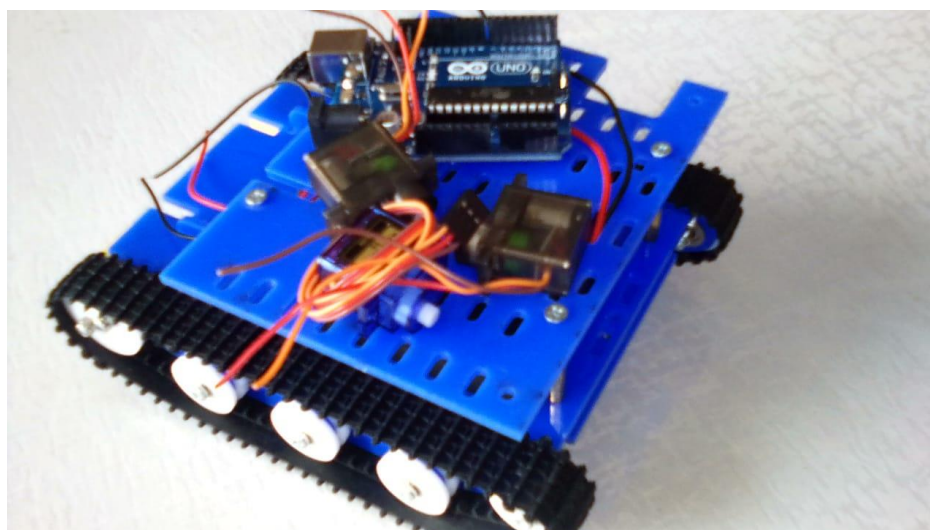
Умолчания бойынша модульдің көрсеткіштері:

- UART: 9600, 8N1;
- Канал 001 (433,4 МГц);
- Беру қуаты 100 мВт;
- Дербес компьютерге сымсыз желі.

Кесте 2.1 – Шынжыртабанды роботтың сипаттамасы

| Атауы | Белгіленуі | Мәні |
|---------------------------------|------------|------|
| Массасы, гр | m | 900 |
| Ұзындығы, см | L | 17 |
| Биіктігі, см | l | 20 |
| Ені, см | B | 14 |
| Шынжыртабан дөңгелігі, см | b | 17 |
| Шынжыртабан диаметрі, см | r | 2,2 |
| Жетекші дөңгелек диаметрі, см | D1 | 3 |
| Жетектегі дөңгелек диаметрі, см | D2 | 2 |

Arduino Uno микроконтроллері басқару кернеуін, датчиктерден ақпаратты өңдеуге, сондай-ақ қашықтан басқару және автоматты басқаруға арналған. Arduino құрылғысының бағдарламалау тілі C / C ++-ға негізделген. Қазіргі уақытта Arduino - микроконтроллерлердегі құрылғыларды бағдарламалаудың ең ыңғайлы жолы.



Сурет 2.10 – Құрастырылған мобильді робот

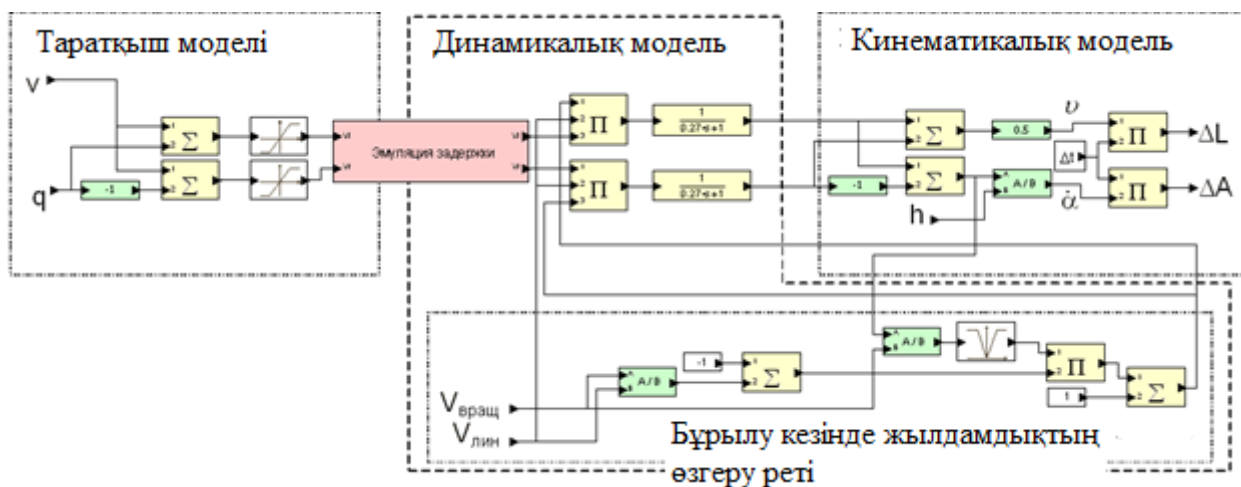
2.2 Шынжыртабанды роботтың кинематикалық және динамикалық моделі

Бұл блокты пайдалану жүйеде роботтың эталонды үлгісін жасауға мүмкіндік береді. Датчиктердің көрсеткіштері осы модельмен салыстырылады және олардың сенімділігі бағаланады.

Нақты объектінің барабар математикалық моделі өзінің теориялық үлгісінен өзгеше болуы мүмкін екендігін атап өткен жөн. Мысалы, бұрылыс кезінде сипатталған робот жылдамдығын азайтуға әсер етеді. Бұл

шынжыртабанның еденмен көлденең кесіп өтуінде жетектерге жүктеменің артуына байланысты болып келеді.

Сипатталған шынжыртабанды роботтың үлгісі төмендегі суретте көрсетілген.



Сурет 2.11 – Мобильді роботтың динамикалық және кинематикалық үлгілері

Модель айырымдық теңдеулермен есептеледі.

Осы модельді енгізу кезінде роботтың атқарушы құрылғыларына ұқсас q және v командалары келеді. Q сигналы айналу бағытын анықтайды (-1 солға, 1 оңға, тікелей 0). Сигнал v қозғалыс бағытын анықтайды (-1 - кері, 1 - алға, 0 - орнында). Бұл деректер сол және оң жақ қозғалыстың қозғалыс бағытына аударылады және радиосигнал арқылы роботқа жіберіледі. Кешіктірген эмуляция блогы осы командалардың берілуіндегі уақыт үзілістерін тудырады (дәйекті кодтық хабарламаның қалыптасуына жұмсалатын уақыт).

«Динамикалық модель» жалпы атауымен біріктірілген блоктың жиынтығы робот динамикасын сипаттайды. Бұл қозғалыс жылдамдығының баяулауын ескереді, бұл тректердің бүйірлік сырғуына байланысты жетектердегі жүктеменің артуымен байланысты. Динамикалық модельге үш параметр (тұрақты) қатысады:

$V_{сызық}$ - ротацияның қозғалыс кезінде роботтың ілгерлемелі қозғалысының сызықтық жылдамдығы;

$V_{айнал}$ - айналмалы қозғалысты орындалған кезде роботтың сызықтық жылдамдығы.

T - бұл робот қозғалысының қозғалыс уақытының тұрақты мәні ($T = 0,27$ с).

Динамикалық модельдің параметрлері (дискілердің жылдамдығының лездік мәні) кинематикалық модельдің енгізілуіне беріледі. Кинематикалық модель сол және оң тректердің қозғалыс жылдамдығының жылдамдығын роботтың v қозғалысы жылдамдығына және айналмалы қозғалыс жылдамдығына

аударарды. Ол үшін h коэффициентін пайдаланамыз - тректер арасындағы тиімді қашықтық.

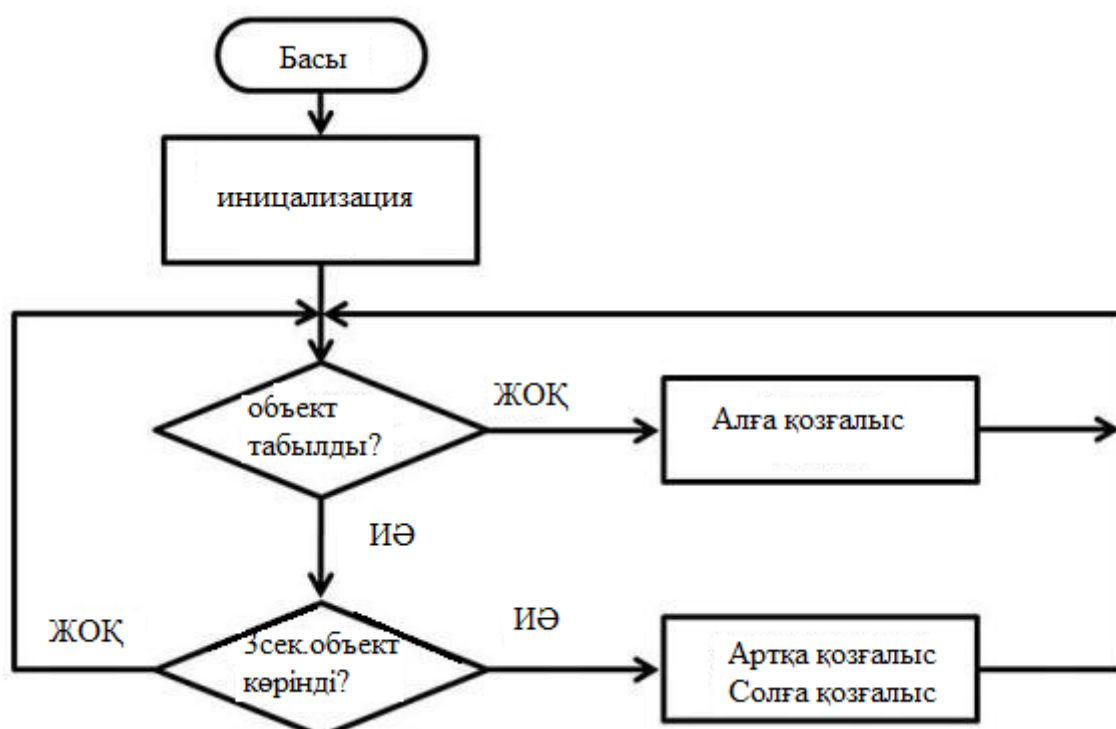
Жүйенің шығысында DL және Da сигналдары пайда болады - роботтың есептеу циклінің қозғалысы мен айналу бұрышы саналады.

2.3 Шынжыртабанды мобильді роботтың жолдағы кедергілерден өту алгоритмі

Егер роботтың жолында кедергі анықталса, бұл роботтың қозғалысын өзгерту керектігін білдіреді. Бұл жағдайда роботтың басқару жүйесі қақтығыстарды болдырмау үшін маневр жасауға мүмкіндік береді.

Ұсынылған алгоритмге сәйкес, мобильді робот өз жолында барлық кедергілерді қозғап, тікелей жүреді. Егер робот жолында робот жолынан 3 секундқа жоғалып кетпейтін объект табылса, робот тоқтап, кедергілерді болдырмау үшін маневр жасайды.

Бағдарламаның басында объектіге арналған шекті мәнді, робот дискілерінің айналу жылдамдығын және табылған нысанның алдында күту уақытын (3 сек) анықтайтын негізгі айнымалылар орнатылады. Осы мәндерді пайдалану арқылы робот маневрлік жылдамдығы және робот анықталған объектіге жетпейтін қашықтық анықталады.



Сурет 2.12 – Кедергіден өту алгоритмі

Бағдарлама шексіз цикл болып табылады, онда PORT-ке қосылған сенсордың көрсеткіштері талданады. `Obstacle_threshold` және `bstacle_judging_time` айнымалы мәндері нысанға дейінгі қашықтыққа және объект анықталған уақытқа ең үлкен мәндерді орнатады. Егер нысан көрінбейтін болса, робот алдыңғы функцияның басқаруымен қозғалуды жалғастырады.

Егер робот объектіні өз жолында анықтаса, кері, тоқтату және `pivot_left` функциялары кезекпен шақырылады, оның көмегімен робот кедергілерді болдырмау үшін белгілі бір маневр жасайды. Функциялар таймерге сигнал жібереді, олардың әрқайсысы жұмыс уақытын шектейтін интервалдан тұрады.

Осы жұмыс шеңберінде жасалынған шынжыртабанды мобильді робот роботтардың ең үлкен сыныбына жатқызылуы мүмкін. Мұндай роботтар, әдетте, барлау және жерүсті жерлерде, менің жағдайымда медициналық көмекші ретінде жұмыс істейді.

Мұндай мобильді роботтар тастарда жылдам қозғалады, бірақ ол аз массасының арқасында жиі аударылуы мүмкін. Осыған қарамастан, робот алдына қойған тапсырманы орындауы керек және, кем дегенде, қозғалуды тоқтатпай, жету пунктісіне жетеді.

Роботтың бұрылудан кейін қозғалуын жалғастыру үшін оның дизайны өте симметриялық болуы керек.

Роботтың кері күйде қозғалу үшін оның жетектерінің айналу бағытын өзгерту керек. Мұндай роботтар автономды түрде жылжитындықтан немесе жиі пайдаланушысы олардың қозғалысын бақылай алмайды, сондықтан робот кеңістігіндегі бағдарға қарай айналу бағыты автоматты түрде өзгеруі керек.

ҚОРТЫНДЫ

Роботтар білім және үйрену, ойын-сауық, қауіпсіздік, тазалау және басқа да тұрмыстық мақсаттар үшін әзірленетін болатыны бәрімізге мәлім. Келесі нарық сегменті медициналық, хирургиялық, ауыл шаруашылығында және құрылыс саласындағы роботтар болып табылады. Осының бәрі роботтар мен компоненттердің бағасының құлдырауымен, олардың өнімділігі мен олардың орындалатын жұмыстарының күрделілігімен арта түседі, бұл өз кезегінде олардың пайдалану ауқымын кеңейтуге әкеледі.

Мұның бәрі барлық салалар үшін робототехника және мехатроника саласында мамандарды даярлау қажеттілігін тудырады.

Қазіргі кезде роботтар өндірісте, халық шаруашылығында және медицинада өте танымал. Жапония, АҚШ, Германия, Швеция және Швейцария сияқты өнеркәсіптік роботтарды кеңінен қолдануды білдіретін осындай технологияларды дамыту бойынша көшбасшылар.

Күн сайын біз роботтарды кездестіреміз, олар үнемі бізді қоршап отырады.

Роботтар шаршауды білмейді және күндіз де, түнде де жұмыс істей алады, ең бастысы - батарея қуатының жеткіліктілігі болса болды. Ал роботтардың тиімділігі туралы айтуға болмайды - адамдардың бір жыл жұмыс істеуі мүмкін, робот бір айда орындай алады. Адам жұмысынан шаршайды және көптеген қателіктер жібереді, кейде тіпті кішігірім қате жасап өз өміріне зиян жасауы мүмкін, ал роботпен ол әлдеқайда жеңіл, роботқа зиян келіп сынып қалса оны қайта құруға болады.

Робототехника пәнаралық пән болып табылады және механика, компьютер және электротехника саласын біріктіреді. Роботты жүйелерді құру үшін бұл пәндер біріктірілуі керек. Сондықтан мобилді роботтарды құнды практикалық білімді алу үшін құрал ретінде пайдалануға болады.

Бұл жұмыстағы нәтижелер тәжірибелік мақсаттар үшін де, зерттеуге арналған теориялық материалдарды алу үшін де қолдануға болады. Осы жұмысымыздағы мобилді роботтытехникалық кешен дәрі-дәрмектермен жабдықталған арнайы робот. Сондай-ақ, мен роботтар мен ардуиндер туралы жаңа дағдыларға ие болдым.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Вечканов В.В., Стекольников А.В. Проекты разработки ГосИФТП в области создания автономных мобильных роботов малого класса для чрезвычайных ситуаций//Экстремальная робототехника: материалы XI науч.-техн.конф. СПб.: Издательство СПбГТУ, 2001.

2 Ермолов И.Л. Сравнительные меры для оценки автономности мобильных роботов // Симпозиум по робототехнике и мехатронике – М.: ИПМ РАН, 2008.-с.

3 Батанов А.Ф. Робототехнические системы для применения в условиях чрезвычайных ситуаций. Условия применения и общие технические требования

4 А.Ф. Батанов, С.Н. Грицынин, С.В. Муркин// Симпозиум по робототехнике и мехатронике–М.: ИПМ РАН, 2008.–с.

5 Жога В.В. Построение программных движений восьминогого робота с ортогональным движителем/В.В. Жога, Е.С. Брискин, А.Е. Гаврилов, В.Е. Павловский//Актуальные проблемы защиты и безопасности : тр. двенадцатой всерос. на- уч.-практ. конф. (1 – 3 апр. 2009 г.). В 6 т. Т. 5. Экстремальная робототехника / Рос. акад. ракетных и артиллерийских наук, НПО спец. материалов.-СПб., 2009. - С.

6 Жога, В.В. Программные движения робота с ортогональным шагающим движителем/В.В. Жога, А.Е. Гаврилов // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 11 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2011.-9. - С.

7 Гаврилов, А. Е., Синтез оптимального программного закона перемещения робота с ортогональными шагающими движителями/А.Е. Гаврилов, В.В. Жога, П.В. Федченков // Известия РАН. Теория и системы управления. –2011. - №5.-С.

8 Брискин, Е.С. Об энергетически эффективных алгоритмах движения шагающих машин с цикловыми движителями /Е.С. Брискин, Я.В. Калинин// Известия РАН. Теория и системы управления. – 2011. – № 2.– С.

9 Брискин, Е.С. Об энергетической эффективности цикловых механизмов / Е.С. Брискин, Я.В. Калинин, А.В. Малолетов, В.В. Чернышев // Известия РАН. Механика твёрдого тела. – 2013. – № 6. – С.

10 Брискин Е.С. Мобильный робототехнический комплекс для гуманитарного разминирования/Брискин Е.С., Жога В.В.,Покровский Д.Н., Шурыгин В.А. //Мехатроника, автоматизация, управление. - 2007. - №3. - С.

11 Брискин, Е.С., Шаронов Н.Г. Управление движением группы шагающих машин при перемещении моногруза // Искусственный интеллект. - 2007. -№4. - С.

12 Павловский В.Е. Исследование динамики и синтез управления колесными аппаратами с избыточной подвижностью /В.Е.Павловский, Д.В. Шишканов. РАН ИПМ им. М.В. Келдыша. – М.: 2006.

13 Шурыгин, В.А. Моделирование движения гусеничной машины с ортогонально-поворотными движителями /Шурыгин В.А., Серов В.А., Шаронов Н.Г./Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 11 : межвуз. сб.науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2011. - № 9. - С.

14 Жога В.В. Динамика маршевых режимов движения робота с ортогональными движителями /Жога В.В., Скакунов В.Н., Филимонов А.В., Голубев Д.В. // Известия ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 16 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2013. - № 8 (111). - С.

15 Аниськов Р.В. Аппаратная реализация бортовой системы управления гусеничного робота с ортогональными движителями /Аниськов Р.В., Жога В.В., Еременко А.В., Скакунов В.Н. // Прогресс транспортных средств и систем – 79 2013 : матер. междунар. науч.-практ. конф., Волгоград, 24 – 26 сент. 2014 г. / ВолгГТУ [и др.]. - Волгоград, 2013.